

Aus dem Seminar für Medizinische Statistik der
Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr.med., Dr.phil. Karl Freudenberg

Größe und Gewicht von Neugeborenen
nach der Berliner Statistik

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Ursula Mildt geb. Franzke

aus Dresden

1963

Druck:

ERNST-REUTER-GESELLSCHAFT
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e. V.

DISSERTATIONS-DRUCKSTELLE

1 Berlin 33, Garystr. 45

Aus dem Seminar für Medizinische Statistik der
Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr.med., Dr.phil. Karl Freudenberg

Größe und Gewicht von Neugeborenen
nach der Berliner Statistik

Inaugural - Dissertation
zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Ursula Mildt geb. Franzke
aus Dresden



Dekan : Professor Dr.med. Bernhard Schmidt

Referent : Professor Dr.med. et phil. Karl Freudenberg

Korreferent: Professor Dr.med. Adalbert Loeschke

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin.

Promoviert am 1. August 1963



Inhaltsangabe

	<u>Seite</u>
1. Aufgabe der Arbeit	1
2. Rückblick	1
3. Untersuchungsergebnisse anderer Autoren	2
4. Berechnung der Durchschnittswerte und Streuungsmaße	5
5. Korrelation zwischen Körpergröße und Körpergewicht bei Neugeborenen	10
6. Berechnung der Regressionskoeffizienten	11
7. Prüfung der Verteilungen auf Normalverteilung mittels der χ^2 -Methode	14
8. Die Schiefe der Verteilungen	20
9. Korrelation zwischen Größe der Mutter und Größe des Neugeborenen	22
10. Korrelation zwischen Körpergröße der Mutter und Gewicht des Neugeborenen	25
11. Die Abhängigkeit des Geburtsgewichtes von Alter und Parazahl der Mutter unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beziehung der beiden Faktoren	26
Zusammenfassung	32
Literaturverzeichnis	35

Aufgabe der Arbeit

In der vorliegenden Arbeit werden Angaben über Geburtsgröße und Geburtsgewicht von Lebendgeborenen statistisch ausgewertet. Es handelt sich um Kinder, die vom 1. Mai 1958 bis zum 30. April 1959 in 18 Entbindungsanstalten West-Berlins geboren wurden. Das Zahlenmaterial wurde am 16.5.1960 vom Statistischen Landesamt Berlin veröffentlicht (5) und dort nach folgenden Gesichtspunkten geordnet:

1. Lebendgeborene nach Körpergröße,
2. Lebendgeborene nach Geburtsgewicht,
3. Lebendgeborene nach Gewicht und Körpergröße,
4. Lebendgeborene nach ihrem Gewicht, der Ehelichkeit, der Gesamtgeburtenfolge und nach dem Alter der Mutter,
5. Lebendgeborene nach ihrer Körpergröße und nach der Körpergröße der Mutter,
6. Lebendgeborene nach ihrem Gewicht und nach der Körpergröße der Mutter.

Auch eine textliche Auswertung der Ergebnisse dieser Untersuchungen wurde von Bollert (6) im Statistischen Landesamt Berlin vorgenommen.

Die nachfolgenden eigenen Untersuchungen bestätigen dieselben teilweise, teilweise führen sie zu etwas abweichenden Ergebnissen, und teilweise führen sie mittels verfeinerter statistischer Methoden darüber hinaus.

Rückblick

"Alle biologische Forschung und alle naturwissenschaftliche Forschung überhaupt beruht auf Statistik." (Freudenberg, 18). Schon in der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde die statistische Methodik in den Dienst der menschlichen Gesellschaft gestellt. Über die ersten Messungen an Neugeborenen - das hier besonders interessierende Gebiet der Anthropometrie - erfahren wir von Roederer (1753) (zit. n. 47) und Buffon (1707 - 1788) (zit. n. 47). Aber erst Quetelet (1796 - 1874)

(47) erweckte in seinem umfassenden Werk das allgemeine Interesse an dem Gedanken, durch Massenbeobachtungen meßbarer Erscheinungen des menschlichen Lebens Schlüsse von wissenschaftlichem Wert zu ziehen.

Anfang des 19. Jahrhunderts waren es vor allem Gauß, Laplace und Poisson, die auf den engen Zusammenhang zwischen den von ihnen gelehrten exakten mathematischen Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung und den anthropometrischen Messungen hinwiesen.

"Alle Beobachtungen, die sich auf Größenbestimmungen aus der Außenwelt beziehen, können, mit welcher Genauigkeit und mit wie vortrefflichen Werkzeugen sie auch angestellt werden, nie absolute Genauigkeit haben; sie bleiben immer nur Näherungen - größeren oder kleineren Fehlern ausgesetzt" (Gauß, 19).

Das Gaußsche Fehlergesetz mit der "Normalverteilung" ist bis heute die Grundlage aller statistischen Berechnungen geblieben. In neuerer Zeit waren es vor allem Lexis (42), Czuber (10, 11), Pearson (zit. n. 9) und v. Bortkiewicz (8), die neue Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung erarbeiteten. Diese sind in der vorliegenden Arbeit verwendet worden.

Untersuchungsergebnisse anderer Autoren

Es sind seither zahlreiche Arbeiten über Messungen an Neugeborenen veröffentlicht worden (vergl. Literaturverzeichnis). Die europäischen und außereuropäischen Autoren suchten hauptsächlich nach dem Durchschnittsgewicht und der Durchschnittsgröße von Neugeborenen und prüften die Abhängigkeit der gefundenen Werte von:

- a) dem Geschlecht,
- b) der Schwangerschaftsdauer,
- c) der Anzahl der Geburten,
- d) dem Alter der Mutter,
- e) der Größe der Mutter,
- f) der rassischen Zugehörigkeit,
- g) der sozialen Lage,

- h) Not- und Kriegszeiten und schließlich von
- i) den jahreszeitlichen Schwankungen.

In der Regel kommen die Autoren zu übereinstimmenden Ergebnissen:

- zu a) Knaben sind bei der Geburt schwerer als Mädchen.
- zu b) Die Schwangerschaftsdauer steht zu Gewicht und Körpergröße der Neugeborenen in engem Zusammenhang. Bei gleicher Schwangerschaftsdauer besteht jedoch noch eine erhebliche Streuung von Länge und Gewicht der Neugeborenen (Freudenberg, 16).
- zu c) Durchschnittswerte von Geburtsgewicht und Körpergröße sind am geringsten bei Erstgeborenen und nehmen mit jeder Geburt zu (Ahlfeld, 2).
- zu d) Das Durchschnittsgewicht Neugeborener steigt nur scheinbar mit dem Alter der Mutter an. Bei älteren Müttern handelt es sich häufiger um zweite und dritte Kinder (Simon, 56).
- zu e) Das durchschnittliche Geburtsgewicht nimmt auch mit der Größe der Mutter zu (Kontsek, 38).
- zu f) Rassistische Unterschiede machen sich in der Körpergröße bei Neugeborenen nicht so bemerkbar wie bei Erwachsenen. Unter gleichen Umweltbedingungen sind die Geburtsmaße verschiedener Rassen ähnlich. (Bakwin, 3).
- zu g) Durchschnittsgewichte sind abhängig von der sozialen Lage; d.h. schlechtere Ernährungsbedingungen für die Mutter bedeutet leichtere Kinder; Geburtslängen werden kaum beeinflusst (Umland (61), Koch (36)).
- zu h) Die Einflüsse von Not- und Kriegszeiten gleichen denen der sozialen Einflüsse. (Kemper, 34). Hier widerspricht Solth (57), der ebenfalls Gewichtsabnahmen bei Neugeborenen während des Krieges in der neutralen Schweiz feststellte. Auch die Verhältnisse der Größenabnahme ent-

sprachen den Werten aus deutschen Kliniken im gleichen Zeitraum.

- zu i) Die jahreszeitlichen Schwankungen untersuchte u.a. Otto (45). Nach ihm sollen in den Monaten März, April und Oktober die Größen der Neugeborenen durchschnittlich um etwa $3/4$ cm höher liegen als der Durchschnitt. In den Monaten Mai bis Juni und Dezember bis Januar soll die Durchschnittsgröße um $1/2$ bis $3/4$ cm unterschritten werden. Gewichtsunterschiede sind weniger bedeutsam; in den Monaten Juli bis November sind die Kinder schwerer. Stichhaltige Ausdeutungen der angegebenen Saisonunterschiede sind den Autoren jedoch nicht möglich. Wahl (62) untersuchte die jahreszeitlichen Einflüsse auf die Neugeborenenmaße wie Temperatur, Feuchtigkeit, Niederschlag, Wind, Barometerdruck und ultraviolette Strahlung. Er fand keinen nachweisbaren Zusammenhang. Wahl stellte, wie auch viele andere Autoren, fest, daß die Durchschnittsmaße für Länge und Gewicht von Neugeborenen in den letzten hundert Jahren stetig angestiegen sind. Diese beobachtete Tatsache - parallel laufende Messungen an Schulkindern und Rekruten führten zu gleichen Ergebnissen - ist bis heute noch nicht befriedigend geklärt worden.

Die in diesen Arbeiten errechneten Zahlen habe ich zu Vergleichszwecken nicht verwerten können, da es sich, soweit ersichtlich, meist um einfache Durchschnitts- und Prozentzahlen handelt und in der vorliegenden Arbeit differenziertere statistische Rechnungen durchgeführt wurden.

An dieser Stelle soll auf die Notwendigkeit der baldigen Einführung einheitlicher statistischer Arbeitsmethoden hingewiesen werden, damit für die Ergebnisse gleichartiger Arbeiten eine echte Vergleichsmöglichkeit gewährleistet ist.

Berechnung der Durchschnittswerte und Streuungsmaße

Wie schon dargelegt, stammt das dieser Arbeit zugrunde liegende Zahlenmaterial aus Berliner Kliniken. Die Neugeborenen wurden von erfahrenen Kräften gewogen und gemessen, denen bekannt war, daß die Maße für statistische Zwecke benötigt wurden. Fehler, die beim Ablesen der Meßinstrumente und beim Runden der Werte etwa vorgekommen sind, fallen wegen der großen Zahl der gemessenen Fälle (14.853) nicht besonders ins Gewicht.

Zunächst wurden die Durchschnittswerte für die Größen und Gewichte der Neugeborenen, jeweils getrennt nach Einlingen und Mehrlingen, für folgende Gruppen berechnet:

1. männliche - weibliche Lebendgeborene,
2. eheliche - uneheliche Lebendgeborene.

Die Durchschnittszahlen sind in Zentimeter bzw. angefangenen Hektogramm mit zwei Dezimalen angegeben. Für praktische Zwecke kommt es auf die zweite Dezimale nicht an; für die Berechnung der Korrelationen ist die zweite Dezimale jedoch zweckmäßig. Da die Gewichte in angefangenen Hektogramm ausgedrückt sind, und zwar jeweils einschließlich der unteren und ausschließlich der oberen Klassengrenze, z.B. Klasse 11 = 1000 bis unter 1100 g, ist unter Berücksichtigung der Rundungen der Einzelwerte als wahrscheinlicher Wert für den Durchschnitt innerhalb je einer Klasse derjenige anzusehen, der um 40 g über der unteren Klassengrenze liegt, also in dem genannten Beispiel 1040 g; oder allgemein in der Klasse n der Wert $(100n-60)$ g. Die vorkommenden Symbole haben folgende Bedeutung:

n = Zahl der Fälle in einer bestimmten Größen- bzw. Gewichtsklasse.

x = Größe.

$\bar{x}$ = Durchschnittsgröße (gewogener Durchschnitt) nach der

$$\text{Formel: } \frac{\sum nx}{\sum n} = \bar{x}$$

$\bar{x}'$ = provisorischer Durchschnittswert für die Größe (50 cm)

$$d_x = \bar{x} - \bar{x}'$$

$s_x (= \sigma_x)$ = mittlere quadratische Abweichung vom Durchschnittswert $\bar{x}$ nach der Formel:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum n(x - \bar{x}')^2}{\sum n} - d_x^2}$$

$v_x = \frac{s_x}{\bar{x}}$ = Variationskoeffizient für die Größe.

y = Gewicht.

$\bar{y}$ = Durchschnittsgewicht (gewogener Durchschnitt) nach

der Formel: $\frac{\sum ny}{\sum n} = \bar{y}$.

$\bar{y}'$ = provisorischer Durchschnittswert für das Gewicht (30. Klasse)

$d_y = \bar{y} - \bar{y}'$.

$s_y (= \sigma_y)$ = mittlere quadratische Abweichung vom Durchschnittswert $\bar{y}$ nach der Formel:

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum n(y - \bar{y}')^2}{\sum n} - d_y^2}$$

$v_y = \frac{s_y}{\bar{y}}$ = Variationskoeffizient für das Gewicht.

Aus Tabelle 1 sind folgende Schlüsse zu ziehen:

1. Knaben sind bei der Geburt durchschnittlich 0.63 cm größer als Mädchen;
2. Knaben sind bei der Geburt durchschnittlich 129 g schwerer als Mädchen.
3. Eheliche Kinder sind bei der Geburt durchschnittlich 0.83 cm größer als uneheliche;
4. Eheliche Kinder sind bei der Geburt durchschnittlich 163 g schwerer als uneheliche;
5. Die jeweilige Streuung um die Durchschnittswerte der Größen und Gewichte unterscheidet sich bei männlichen und weiblichen Neugeborenen kaum. Gleiches gilt für die

T A B E L L E 1

Maße der Lebendgeborenen

Wert	<u>m ä n n l i c h</u>		<u>w e i b l i c h</u>		<u>e h e l i c h</u>		<u>u n e h e l i c h</u>		<u>A l l e</u> K I N D E R				
	Alle Einl.	Mehrl.	Alle Einl.	Mehrl.	Alle Einl.	Mehrl.	Alle Einl.	Mehrl.					
$\bar{x}$	51,29	51,40	46,51	50,66	50,74	46,38	51,12	51,20	46,86	50,29	50,42	44,26	50,99
s_x	3,26	3,14	4,45	3,09	3,01	4,00	3,07	2,98	4,11	3,70	3,58	4,43	3,18
v_x	6,35	6,11	9,57	6,10	5,93	8,62	6,01	5,82	8,77	7,36	7,10	8,01	6,24
$\bar{y}$	34,41	34,64	24,31	33,12	33,29	23,94	34,04	34,24	24,67	32,41	32,65	21,30	32,43
s_y	6,27	6,07	6,54	5,83	5,69	6,07	5,96	5,79	6,26	6,62	6,43	5,10	6,60
v_y	18,22	17,52	26,90	17,60	17,09	25,35	17,51	16,91	25,37	20,43	19,69	23,94	20,35

ehelichen und unehelichen Neugeborenen.

Will man genauer prüfen, um wieviel z.B. die Körpergrößen neugeborener Knaben stärker streuen als die neugeborener Mädchen, so wird der Variationskoeffizient v berechnet, der durch die Beziehung jeder mittleren Abweichung zu dem Durchschnitt der gleichen Reihe ausgedrückt wird. v wird allgemein in % ausgedrückt, der entstehende Bruch muß also mit 100 multipliziert werden.

In Tabelle 1 sind ebenfalls sämtliche Variationskoeffizienten eingetragen. Mit ihrer Berechnung sind die Streuungen von Größe und Gewicht unmittelbar vergleichbar. Es ist also aus Tabelle 1 weiter zu entnehmen:

6. Die Streuung der Größen zeigt sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Neugeborenen keine großen Unterschiede. Gleiches gilt für die Streuung der Größen bei ehelichen und unehelichen Neugeborenen.

Die mittlere Abweichung der Größen für alle Kinder beträgt 6,24% des Durchschnitts dieser Größen. Solth (57) und Hosemann (27, 28) geben für gleiche Untersuchungen an Neugeborenen mit normaler Tragzeit einen Variationskoeffizienten für die Größen von 4% an, wie er auch für Erwachsene gefunden wurde (Freudenberg, 17). Werte gleicher Größenordnung ergeben sich bei der Berechnung des Variationskoeffizienten für die Größen nur der Reifgeborenen. (Die Begründung für diese gesonderte Berechnung folgt später im Zusammenhang mit der Prüfung der Anpassung der Verteilungen an eine Normalverteilung).

7. Bei den Streuungen der Gewichte liegen die Verhältnisse ebenso. Die Streuung der Gewichte ist in allen Fällen relativ fast 3mal so groß wie die Streuung der Größen. Für die Streuung der Gewichte Neugeborener geben Solth und Hosemann ungefähr 13 % an. Es ergeben sich ebenfalls Werte gleicher Größenordnung bei Berechnung des Variationskoeffizienten der Gewichte nur der Reifgeborenen. Für alle Lebendgeborenen ergibt dieser 20,35%.

8. Auffallend ist die erheblich größere Streuung bei den

Mehrlingen aller untersuchten Gruppen.

Nach einer neueren Arbeit von Degenhardt, v. Harnack und Weyers (13) beträgt die durchschnittliche Schwangerschaftsdauer bei Mehrlingen 35,7 Wochen p.m. Das Gewicht der Neugeborenen weist untereinander erhebliche Differenzen auf, was auf die mehr oder weniger günstige intrauterine Lage und Ernährung zurückgeführt wird. Bei den Geburtsgrößen sind die Differenzen weniger erheblich.

In Tabelle 2 werden Durchschnittsgrößen, Durchschnittsgewichte und Variationskoeffizienten nur für männliche und weibliche Reifgeborene dargestellt.

T a b e l l e 2		
M a ß e d e r R e i f g e b o r e n e n		
Wert	männlich	weiblich
$\bar{x}$	51,88	51,22
s_x	2,22	2,05
$v_x\%$	4,27	4,00
$\bar{y}$	35,56	34,19
s_y	4,36	4,72
$v_y\%$	12,26	13,80

Korrelation zwischen Körpergröße und Körpergewicht bei Neugeborenen

Um die Abhängigkeit zwischen Körpergröße und Körpergewicht bei Neugeborenen zu prüfen, muß der Korrelationskoeffizient r ermittelt werden, der jeden Wert zwischen $+1$ und -1 be-
tragen kann. Er gibt Auskunft über die Enge der Beziehungen,
läßt aber als solcher keinen Schluß darüber zu, wie groß z.B.
 y ist, wenn x eine bestimmte Größe hat. Zur Berechnung des
Korrelationskoeffizienten wurden Tabellen angefertigt, in
deren Spalten die Fälle gleicher Größe und in deren Zeilen
die Fälle gleichen Gewichts angeführt sind, so daß die ein-
zelnen Tabellenfelder zeigen, wie oft je eine bestimmte Kom-
bination von Größe und Gewicht beobachtet wurde.

Zur Vereinfachung der Berechnung wird bei den Gewichten die
Zeile $\bar{y}' = 30$ hilfsweise gleich 0 gesetzt; in der Spalte
 $\bar{x}' = 50$ wird ebenfalls der Wert 0 eingetragen. Dadurch wird
das Korrelationsfeld in vier Quadranten eingeteilt. Da jede
Fläche von der Ordinate und der Abszisse her gleiche oder
ungleiche Vorzeichen enthält, werden der linke obere und
der rechte untere Quadrant positiv, der linke untere und
der rechte obere dagegen negativ. In jeder Reihe werden nun
die Produkte aus den Abweichungen von den Durchschnittswerten
50 cm und 30 Kl. gebildet und mit der jeweiligen Anzahl
der Fälle multipliziert. Diese Produkte werden entsprechend
den Vorzeichen der Quadranten summiert. Die Summe aller sol-
cher Quadranten dividiert durch die Gesamtzahl der Fälle
entspricht der Formel

$$s_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x}') (y - \bar{y}')}{n} - d_x d_y \text{ (als Kovarianz bezeichnet)}$$

mit deren Hilfe der Korrelationskoeffizient

$$r = \frac{\frac{\sum (x - \bar{x}') (y - \bar{y}')}{n} - d_x d_y}{s_x s_y}$$

berechnet wird.

Folgende fünf Korrelationskoeffizienten zwischen Größe und Gewicht wurden errechnet:

1. bei männl. Lebendgeborenen $r = + 0,869$
2. bei weibl. Lebendgeborenen $r = + 0,865$
3. bei ehel. Lebendgeborenen $r = + 0,862$
4. bei unehel. Lebendgeborenen $r = + 0,901$
5. bei allen Lebendgeborenen $r = + 0,871$

Es besteht also eine ausgesprochene Straffheit des Zusammenhanges zwischen Körpergröße und Körpergewicht bei Neugeborenen, und zwar ohne wesentlichen Unterschied in Bezug auf Geschlecht und Ehelichkeit.

Um das Gewicht auch noch als Exponentialfunktion der Größe zu berechnen, wurde für die Gesamtheit aller Lebendgeborenen anstatt y in einer weiteren Korrelationstabelle $\log y$ gesetzt und anstatt x ebenso $\log x$. Auch bei dieser Berechnung des Zusammenhanges der beiden Merkmale ist der Korrelationskoeffizient $r = + 0,885$ dem oben errechneten fast gleich.

Berechnung des Regressionskoeffizienten

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen soll mit Hilfe der Regressionsgleichung

$$Y = \bar{y} + b (x - \bar{x}).$$

das Gewicht der Neugeborenen als Funktion ihrer Größe untersucht werden; hierin hat der Regressionskoeffizient b_{yx} folgende Formel: $b_{yx} = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$

Er ergibt in den vorliegenden Untersuchungen:.

1. bei männl. Lebendgeborenen $b_{yx} = \frac{+17,6798}{10,6150} = + 1,666$
2. bei weibl. Lebendgeborenen $b_{yx} = \frac{+15,4097}{9,4195} = + 1,636$
3. bei allen Lebendgeborenen $b_{yx} = \frac{+16,8068}{10,1211} = + 1,661$

Die Regressionsgleichungen lauten danach:

für Knaben: $Y=34,43+1,666(x-51,29)=1,666x-51,02$

für Mädchen: $Y=33,14+1,636(x-50,67)=1,636x-49,76$

für Alle: $Y=33,81+1,661(x-50,99)=1,661x-50,88$

Die obengenannte Regressionsgleichung geht von der Annahme einer linearen Regression aus, also so, daß y eine lineare Funktion von x ist, wie es die Formel unmittelbar zeigt.

Wie aus eingehenden Untersuchungen über die Abhängigkeit des Gewichts von der Größe bei Erwachsenen bekannt ist (Freudenberg, 17), paßt sich diese Annahme für den Gesamtbereich der vorkommenden Größen nur schlecht der Wirklichkeit an, vielmehr ist das Gewicht eine lineare Funktion einer Potenz der Größe mit einem Exponenten >1 . Handelt es sich jedoch um einen wenig ausgedehnten Bereich der Größen, dann läßt sich die Exponentialfunktion mit hinlänglicher Näherung durch eine einfache lineare Funktion ersetzen. Auf jeden Fall kann die Regressionsgleichung in diesem wie auch in jedem anderen Falle nur für Körpergrößen innerhalb desjenigen Bereiches gelten, aus dem der überwiegende Teil der für die Berechnung der Regressionsgleichung verwendeten Beobachtungen stammt. Im extremen Falle hätte ein Neugeborenes von geringer Größe gemäß der gefundenen Regressionsgleichung sogar ein negatives Gewicht.

Es wurden die Werte im Bereich der Größen 36 cm bis 55 cm untersucht. Tabelle 3 bestätigt das bereits im Vorstehenden Erschlossene. Noch für die kleinsten in die Tabelle aufgenommenen Körpergrößen (bis 38 cm) liegen die Gewichte, die sich auf Grund der Regressionsgleichung ergeben, erheblich unter den empirisch gefundenen; im Hauptteil der Tabelle (etwa von 40 - 50 cm) ist es umgekehrt, und bei darüber hinausgehenden Größen sind die aus der Regressionsgleichung folgenden Gewichte wieder ein wenig niedriger als die empirischen. Im Gesamtergebnis muß selbstverständlich ein weitgehender Ausgleich bestehen, was aus dem Begriff der kleinsten Quadratsumme folgt, der der Berechnung der Regressionsgleichung zugrunde liegt.

Soweit man also trotz der darin liegenden Ungenauigkeit den linearen Regressionskoeffizienten b verwendet, ergibt dieser,

T A B E L L E 3

Vergleich zwischen linearer Regression und Beobachtung

Größe	<u>m ä n n l i c h</u>			<u>w e i b l i c h</u>			<u>a l l e</u>		
	Gewicht n.		empir. Durchschnitt in g	Gewicht n.		empir. Durchschnitt in g	Gewicht nach		empirischer Durchschnitt in g
	lin. Regression	lin. Regression		lin. Regression	lin. Regression		1. Regression	1. Regression	
36	836	1 003		854	980		832	993	
37	1 002	1 127		1 018	1 055		998	1 078	
38	1 169	1 234		1 181	1 227		1 164	1 231	
39	1 336	1 388		1 345	1 357		1 330	1 327	
40	1 502	1 517		1 508	1 471		1 496	1 402	
41	1 669	1 586		1 672	1 577		1 662	1 582	
42	1 835	1 650		1 835	1 702		1 828	1 680	
43	2 002	1 840		1 999	1 742		1 994	1 796	
44	2 169	1 920		2 163	1 992		2 160	1 953	
45	2 335	2 164		2 326	2 196		2 326	2 167	
46	2 502	2 329		2 490	2 392		2 493	2 362	
47	2 669	2 493		2 654	2 591		2 659	2 546	
48	2 835	2 761		2 817	2 770		2 825	2 766	
49	3 002	2 957		2 981	2 974		2 991	2 966	
50	3 168	3 189		3 144	3 161		3 157	3 174	
51	3 335	3 377		3 308	3 342		3 323	3 360	
52	3 501	3 533		3 471	3 503		3 489	3 518	
53	3 668	3 708		3 635	3 655		3 655	3 686	
54	3 835	3 857		3 799	3 824		3 821	3 844	
55	4 001	4 007		3 962	3 964		3 987	3 993	

daß bei Zunahme der Größe um ein Zentimeter das Durchschnittsgewicht jeweils ansteigt um

- + 1,666 hg bei männl. Lebendgeborenen
- + 1,636 hg bei weibl. Lebendgeborenen
- + 1,669 hg bei ehel. Lebendgeborenen
- + 1,615 hg bei unehel. Lebendgeborenen
- + 1,661 hg bei allen Lebendgeborenen

Um eine bessere Anpassung an die Wirklichkeit zu gewinnen, wurde die Berechnung auch in der Form vorgenommen, daß, wie schon bei der Berechnung des Korrelationskoeffizienten angegeben, die beiden Variablen x und y durch ihre Logarithmen ersetzt wurden. Die hierbei erhaltene Regressionsgleichung lautet dann: $y = 0,000373x^{2,90}$

Nach diesem Ergebnis entspricht also bei Neugeborenen die Beziehung zwischen Größe und Gewicht fast genau der Vorstellung, daß die Körper der Neugeborenen einander geometrisch ähnlich seien; denn unter dieser Voraussetzung müssen die Volumina und daher auch die ihnen fast genau entsprechenden Gewichte den dritten Potenzen eines linearen Körpermaßes, wie z.B. der Gesamtlänge des Körpers, proportional sein. Es ergibt sich also ein deutlicher Unterschied gegenüber dem diesbezüglichen Verhalten bei Erwachsenen, bei denen Freudenberg (17) eine exponentielle Regressionsgleichung fand, deren Exponent in der Größenordnung von 1,6 liegt, so daß also das Gewicht noch nicht einmal dem Quadrat der Größe proportional ist; immerhin ist für eine näherungsweise Berechnung bei Erwachsenen der Exponent 2 die beste Näherung, er liegt dem Körperbauindex von Kaup (32) zugrunde.

Prüfung der Verteilungen auf Normalverteilung mittels der χ^2 -Methode

Des weiteren geben die gefundenen Zahlen Gelegenheit zu prüfen, ob die Verteilungen der Größen und der Gewichte, je für sich unabhängig von der anderen Variablen betrachtet, Normalverteilungen entsprechen oder nicht.

Für spätere Altersklassen liegen aus älterer Zeit solche Untersuchungen schon vor, darunter von Freudenberg (15). Dieser kam unter kritischer Auseinandersetzung mit den Ergebnissen anderer Autoren zu der Feststellung, daß sowohl bei Kleinkindern als auch bei Schulkindern die Verteilung der Körpergrößen sehr gut der Gauß-Verteilung entspricht und die Abweichungen sich fast völlig im Rahmen der zufalls-mäßig zu erwartenden verhalten; ausgenommen sind nur die zahlenmäßig ganz belanglosen Extremwerte, die offenbar häufiger als bei einer Normalverteilung sind. Andererseits fand er für die Gewichte die schon von früher her bekannte Schiefe der Verteilung, die also nicht unmittelbar als Normalverteilung darstellbar ist und für die sich auch keine brauchbare Transformation fand, die zu einer Normalverteilung führen würde.

Die Methode, mit der die Übereinstimmung einer empirisch gegebenen Verteilung mit einer angenommenen analytischen geprüft wird, ist die χ^2 -Methode, die auf Grund eines älteren Gedankens von Helmert (zit. nach 8) durch K. Pearson (zit. n. 8) entwickelt wurde. Der Gang der Berechnung, der der entsprechenden von Freudenberg (15) analog ist, ist vollständig in den Tabellen 4 und 5 wiedergegeben. Sowohl für die Größen als auch für die Gewichte ergeben sich bei jedesmal 6 Freiheitsgraden Werte von χ^2 , die mehr als 300 und teilweise erheblich mehr betragen, und denen ganz unvorstellbar winzige Wahrscheinlichkeiten dafür entsprechen, daß die Abweichungen von der Normalverteilung als zufällig aufgefaßt werden könnten.

Dies ist leicht verständlich, denn: die Neugeborenen stellen altersmäßig keine homogene Gesamtheit dar, sondern ihr physiologisches, d.h. von der Konzeption an berechnetes Alter, schwankt zwischen weniger als 25 und mehr als 45 Wochen. Später gleicht sich die Auswirkung dieser Unterschiede aus, und z.B. für zwei Kinder, die, nach der üblichen Berechnungsweise, d.h. von der Geburt an, 6 Jahre alt sind, macht es keinen merklichen Unterschied mehr, ob ihr Gesamtalter (einschließlich Embryonalzeit) um zwei Monate diffe-

Berechnung von χ^2 bei den Größen aller Lebendgeborenen

χ	Grenzen	beob.	Abweichung in s	erw.	d=b-e	χ^2
	männlich	($\bar{x}=51,29$)	$s_x=3,26$)			
bis $\bar{x}-6$	bis 45,5	312	bis -1,776	293	+19	1
bis $\bar{x}-3$	bis 48,5	582	bis -0,856	1222	-640	335
bis $\bar{x}-1$	bis 50,5	1688	bis -0,242	1611	+77	4
bis $\bar{x}+1$	bis 52,5	2430	bis +0,371	1857	+573	177
bis $\bar{x}+3$	bis 54,5	1870	bis +0,958	1492	+378	96
bis $\bar{x}+6$	bis 57,5	787	bis +1,905	1035	-248	59
über $\bar{x}+6$	über 57,5	60	über 1,905	219	-159	115
zus.		7729		7729	0	787
	weiblich	($\bar{x}=50,66$)	$s_x=3,09$)			
bis 44,5	bis 44,5	224	bis -1,994	164	+60	22
bis 47,5	bis 47,5	362	bis -1,023	923	-561	341
bis 49,5	bis 49,5	1151	bis -0,375	1425	-274	53
bis 51,5	bis 51,5	2530	bis +0,272	1799	+731	297
bis 53,5	bis 53,5	1981	bis +0,919	1518	+463	141
bis 56,5	bis 56,5	799	bis +1,890	1063	-264	66
über 56,5	über 56,5	54	über +1,890	209	-155	115
zus.		7101		7101	0	1035

T A B E L L E 5

Berechnung von χ^2 bei den Gewichten aller Lebendgeborenen

y	Grenzen	beob.	Abweichung in s	erw.	d=b-e	χ^2
	männlich	($\bar{y}=34,43$)	$s_y = 6,27$			
$\bar{y}-7$	bis 27,5	806	bis -1,102	1046	-240	55
$\bar{y}-6$	bis 31,5	1173	bis -0,464	1439	-266	49
$\bar{y}-5$	bis 33,5	1028	bis -0,145	939	+92	9
$\bar{y}-4$	bis 35,5	1205	bis +0,174	981	+224	51
$\bar{y}-3$	bis 37,5	1184	bis +0,493	927	+257	71
$\bar{y}-2$	bis 41,5	1594	bis +1,131	1408	+186	25
$\bar{y}-1$	über 41,5	745	über +1,131	998	-253	64
zus.		7735		7735	0	324
	weiblich	($\bar{y}=33,12$)	$s_y = 5,83$			17
$\bar{y}-7$	bis 26,5	689	bis -1,136	911	-222	54
$\bar{y}-6$	bis 30,5	1126	bis -0,449	1414	-288	59
$\bar{y}-5$	bis 32,5	1137	bis -0,106	932	-205	45
$\bar{y}-4$	bis 34,5	1218	bis +0,237	967	+251	65
$\bar{y}-3$	bis 36,5	1051	bis +0,580	892	+159	28
$\bar{y}-2$	bis 40,5	1383	bis +1,266	1268	+115	10
$\bar{y}-1$	über 40,5	511	über +1,266	731	-220	66
zus.		7115		7115	0	327

Berechnung von χ^2 bei den Größen von Reifgeborenen

Größe in cm	Grenzen	beob.	Abweichung in s	erw.	χ^2
	männlich	($\bar{x}=51,88$	$s_x=2,22$		
bis $\bar{x}-6$	bis 45,5	14	$\bar{x}$ bis -2,874	14	0,00
$\bar{x}-6$ bis $\bar{x}-3$	45,5 bis 48,5	358	-2,874 bis -1,523	442	15,96
$\bar{x}-3$ bis $\bar{x}-1$	48,5 bis 50,5	1638	-1,523 bis -0,622	1453	23,55
$\bar{x}-1$ bis $\bar{x}+1$	50,5 bis 52,5	2427	-0,622 bis +0,279	2453	00,28
$\bar{x}+1$ bis $\bar{x}+3$	52,5 bis 54,5	1870	+0,279 bis +1,180	1940	2,53
$\bar{x}+3$ bis $\bar{x}+6$	54,5 bis 57,5	787	+1,180 bis +2,532	811	0,71
über $\bar{x}+6$	57,5 und mehr	60	über +2,532	41	8,80
zus.		7154		7154	51,8
	weiblich	($\bar{x}=51,22$	$s_x=2,05$		
bis $\bar{x}-6$	bis 45,5	12	$\bar{x}$ bis -2,790	17	1,47
$\bar{x}-6$ bis $\bar{x}-3$	45,5 bis 48,5	526	-2,790 bis -1,327	588	6,54
$\bar{x}-3$ bis $\bar{x}-1$	48,5 bis 50,5	1988	-1,327 bis -0,351	1777	25,05
$\bar{x}-1$ bis $\bar{x}+1$	50,5 bis 52,5	2365	-0,351 bis +0,624	2436	2,07
$\bar{x}+1$ bis $\bar{x}+3$	52,5 bis 54,5	1303	+0,624 bis +1,600	1389	5,32
$\bar{x}+3$ bis $\bar{x}+6$	54,5 bis 57,5	361	+1,600 bis +3,063	353	0,18
über $\bar{x}+6$	57,5 und mehr	12	über +3,063	7	3,57
zus.		6567		6567	44,2

T A B E L L E 7

Berechnung von χ^2 bei den Gewichten von Reifgeborenen

Gewicht in hg	Grenzen	beob.	Abweichung in s	erw.	χ^2
bis $\bar{y}-3$	männlich	($\bar{y}=35,56$)	$s_y=4,36$		
$\bar{y}-7$ bis $\bar{y}-3$	bis 28,5	1459	y bis -1,496	482	1,10
$\bar{y}-3$ bis $\bar{y}-1$	bis 32,5	1420	bis -0,648	1368	1,98
$\bar{y}-1$ bis $\bar{y}+1$	bis 34,5	1104	-0,618 bis -0,225	1091	0,16
$\bar{y}+1$ bis $\bar{y}+3$	bis 36,5	1285	-0,225 bis +0,199	1201	5,88
$\bar{y}+3$ bis $\bar{y}+7$	bis 38,5	1068	+0,199 bis +0,623	1105	1,24
über $\bar{y}+7$	bis 42,5	1305	+0,623 bis +1,470	1401	6,58
	42,5 und mehr	513	über +1,470	506	0,10
zus.		7154		7154	17,0
bis $\bar{y}-7$	weiblich	($\bar{y}=34,19$)	$s_y=4,72$		
$\bar{y}-7$ bis $\bar{y}-3$	bis 27,5	328	y bis -1,534	411	16,76
$\bar{y}-3$ bis $\bar{y}-1$	bis 31,5	1498	bis -0,617	1354	15,31
$\bar{y}-1$ bis $\bar{y}+1$	bis 33,5	1197	-0,617 bis -0,158	1107	7,32
$\bar{y}+1$ bis $\bar{y}+3$	bis 35,5	1142	-0,158 bis +0,300	1187	1,71
$\bar{y}+3$ bis $\bar{y}+7$	bis 37,5	993	+0,300 bis +0,759	1039	2,04
über $\bar{y}+7$	bis 41,5	1069	+0,759 bis +1,677	1164	7,75
	41,5 und mehr	342	über +1,677	307	3,99
zus.		6569		6569	54,9

riert. Umso größer ist hingegen der Unterschied zwischen einem physiologischen Alter von weniger als 25 und einem von mehr als 45 Wochen. Bei der Zusammenfassung - etwa der von 6 Jahre und 12 Jahre alten Kindern entsprechend - ist es begreiflich, daß Maße einer solch heterogenen Gesamtheit nicht einer Normalverteilung entsprechen. Es muß daher versucht werden, die gleiche Berechnung an einer einigermaßen homogenen Gesamtheit zu wiederholen, und diese wird durch die Reifgeborenen dargestellt, obwohl auch dieser Begriff noch merkliche Unterschiede der Tragzeit in sich schließt, aber erst in einem Stadium derselben, in dem die Entwicklung der Frucht schon relativ weit langsamer vor sich geht.

Die Berechnungen, die sich hierauf beziehen, sind in den Tabellen 6 und 7 zusammengestellt. Hierbei ergeben sich bei ebenfalls durchweg 6 Freiheitsgraden Werte von χ^2 , die in einem Falle (Gewicht der Knaben) 17 und in allen anderen Fällen mehr als 40 ausmachen. In dem erstgenannten Falle ist die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Abweichungen zufällig sein könnten, $P=0,01$, in den anderen drei Fällen liegt sie unter $P=0,001$. Wenn diese übermäßig hohen Werte von χ^2 auch bei weitem nicht mehr denen bei der Zusammenfassung von Früh- und Reifgeborenen ähnlich sind, so lassen sie es doch als sicher erscheinen, daß auch bei Beschränkung auf die Reifgeborenen keine Normalverteilungen entstehen, weder bei den Größen noch bei den Gewichten. Wie weit dies durch den bereits erwähnten Umstand verursacht ist, daß auch die physiologischen Alter der Reifgeborenen noch erheblich streuen, und wie weit es auf anderen Faktoren beruht, dürfte sich kaum entscheiden lassen.

Die Schiefe der Verteilungen

Abweichungen von einer Normalverteilung können darauf beruhen, daß die Verteilung eine Schiefe aufweist. Daher wurde nunmehr die Schiefe (Asymmetrie) der Verteilung aller beobachteten Werte um den jeweiligen Durchschnitt untersucht. Als Maß der Schiefe S wird das Verhältnis zwischen dem drit-

ten Potenzmoment der Verteilung und der dritten Potenz der mittleren Abweichung benutzt (Johannsen, 30)

$$S = \frac{M_3}{s^3}$$

wobei M_3 das dritte Potenzmoment bedeutet.

Bei einer Normalverteilung nach Gauß ist $S = 0$. Ein positives S bedeutet, daß die Abweichungen vom Durchschnitt nach oben größer, aber weniger zahlreich sind als die nach unten hin; bei negativem S liegen die Verhältnisse umgekehrt. Die Berechnung der Schiefe von Häufigkeitskurven, die sich aus den Größen und Gewichten aller männlichen und ebenso aller weiblichen Lebendgeborenen ergibt, zeigt in allen Kurven ein hochnegatives S , d.h. die Verteilungen sind stark asymmetrisch.

Die Werte betragen:

<u>Größe</u>	<u>Gewicht</u>
für männl. Lebendgeb.	
$S = - 1,754$	$S = - 0,925$
für weibl. Lebendgeb.	
$S = - 2,212$	$S = - 0,996$

Ursache dieser großen Schiefen sind die kleinen Werte der mitgezählten Frühgeburten. Auch in diesem Falle, wie vorher schon bei der χ^2 -Methode, wurde die gleiche Berechnung der Schiefe nur für Reifgeborene durchgeführt und es ergaben sich jetzt folgende Werte:

<u>Größe</u>	<u>Gewicht</u>
für männl. Lebendgeb.	
$S = + 0,218$	$S = + 0,238$
für weibl. Lebendgeb.	
$S = + 0,175$	$S = + 0,303$

S hat jetzt ein positives Vorzeichen und die absoluten Werte liegen näher an 0. Die Verteilungen sind jetzt also "linkssteil" und nähern sich der Normalverteilung. Sie bleiben aber noch immer asymmetrisch; auch die Reifgeborenen stellen noch keine homogene Gesamtheit dar.

Schon Quetelet war das abweichende Verhalten der Gewichtsver-

teilung Neugeborener von der Erwachsener bekannt; im Gegensatz zu der nur schwachen Asymmetrie bei den Neugeborenen besteht bei Erwachsenen gleichen Geschlechts und Alters (mindestens vom Schulalter an) eine hochgradige positive Asymmetrie (Freudenberg, 17).

Die Abbildungen I und II zeigen in graphischer Darstellung die Häufigkeitsverteilungen der Reifgeborenen nach Körpergröße und Geburtsgewicht.

Korrelation zwischen Größe der Mutter und Größe des Neugeborenen

Es wurden in den 18 Entbindungsanstalten außer den Größen und Gewichten der Neugeborenen auch die Größen der Mütter gemessen, und zwar sind von 11.382 Kindern sowohl die Geburtslängen als auch die Körpergrößen der Mütter bekannt. Nach der gleichen Methode werden nun - wie schon für die Neugeborenen - für die Mütter die Durchschnittsgröße und die mittlere Abweichung von dieser errechnet. Die Größe der Mutter wird mit u bezeichnet.

Sie ergeben: $\bar{u} = 163,09$ cm
 $s_u = 5,93$

Die Durchschnittsgröße der Neugeborenen ist hier:

$\bar{x} = 50,94$ cm
 $s_x = 3,12$

Um die Abhängigkeit der Körpergröße eines Neugeborenen von der seiner Mutter zu untersuchen, wird wieder eine Korrelationstabelle angefertigt, in deren Spalten die Fälle gleicher Größe der Mütter und in deren Zeilen die Fälle gleicher Größe der Kinder angeführt sind, so daß die einzelnen Tabellenfelder zeigen, wie oft je eine bestimmte Kombination von Größe der Mütter und Größe der Kinder beobachtet wurde.

Zur Vereinfachung der Berechnung wird diesmal bei den Größen der Kinder die Zeile $\bar{x}' = 50$ hilfsweise = 0 gesetzt; in der Spalte $\bar{u}' = 160$ wird ebenfalls der Wert 0 eingetragen. Dann wird ebenso verfahren wie bei der Berechnung des Kor-

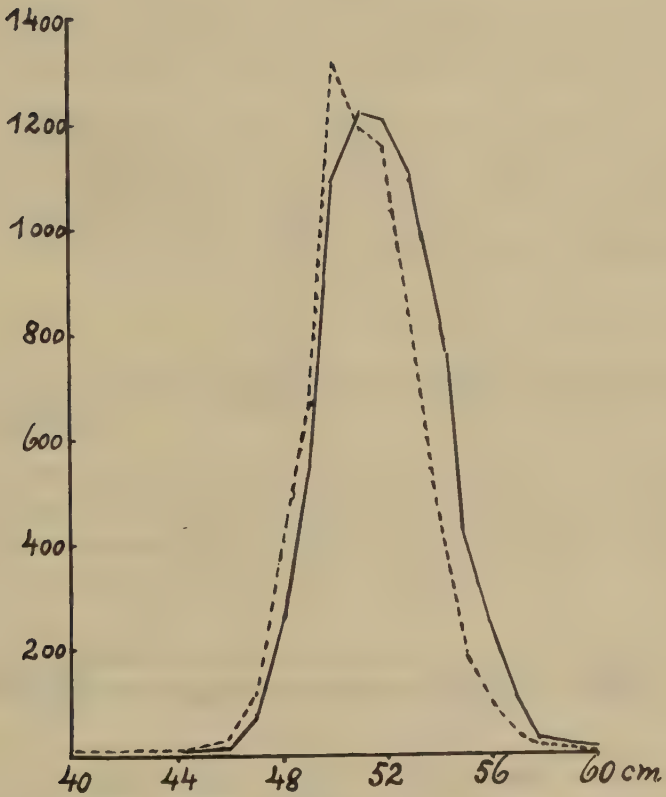


Abb. I:

Die Verteilung der Reifgeborenen nach der Körpergröße

———— männlich

----- weiblich

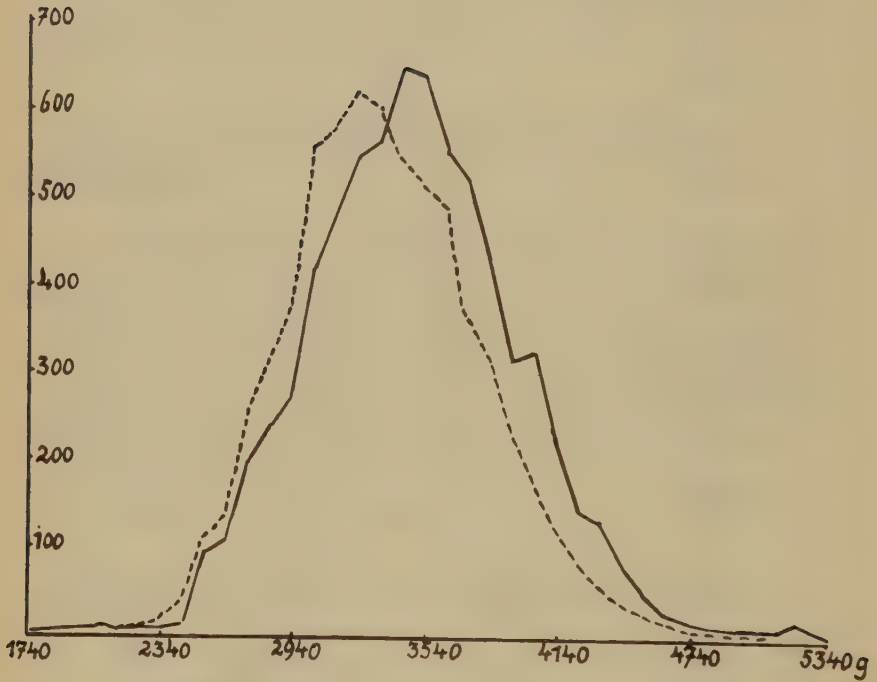


Abb. 11:

Die Verteilung der Reifgeborenen nach Gewicht

— männlich

- - - weiblich

relationskoeffizienten von Geburtsgewicht und Geburtsgröße der Neugeborenen. Die Kovarianz ergibt bei dieser Berechnung: $s_{xu} = + 2,9618$. Der Korrelationskoeffizient ist:

$$r = + 0,160$$

Daraus ist abzuleiten, daß ein Zusammenhang zwischen der Körpergröße des Neugeborenen und der Körpergröße seiner Mutter zwar besteht, dieser aber nur sehr locker ist.

Bei Berechnung des Regressionskoeffizienten b_{xu} ergibt sich, daß bei Zunahme der Größe der Mutter um 1 cm die Größe der Neugeborenen jeweils um 0,084 cm, d.h. rund 0,1 cm ansteigt. Auch der Regressionskoeffizient zeigt also, wie wenig die Größe des Neugeborenen von der Größe der Mutter abhängig ist.

Korrelation zwischen Körpergröße der Mutter und Gewicht des Neugeborenen

Gleiche Untersuchungen werden bei 11.394 Kindern gemacht, von denen sowohl die Geburtsgewichte als auch die Körpergrößen der Mütter bekannt sind. Die Durchschnittsgröße der Mütter beträgt auch hier: $\bar{u} = 163,09$ cm

$$s_u = 5,91$$

Das Durchschnittsgewicht der Neugeborenen ist:

$$\bar{y} = 33,79 \text{ hg}$$

$$s_y = 6,03$$

Die Kovarianz ist $s_{yu} = +5,8374$, der Korrelationskoeffizient beträgt: $r = +0,164$

Wie bei dem Zusammenhang zwischen der Größe des Neugeborenen und der Körpergröße seiner Mutter ist auch der zwischen seinem Gewicht und der Körpergröße der Mutter nur geringgradig.

Der Regressionskoeffizient beträgt: $b_{yu} = + 0,167$, d.h. bei Zunahme der Größe der Mutter um 1 cm nimmt das Durchschnittsgewicht der Neugeborenen jeweils um 16,7 g zu.

Die Abhängigkeit des Geburtsgewichtes von Alter und Parazahl der Mutter unter Berücksichtigung der gegenseitigen Beziehung der beiden Faktoren

Schließlich soll noch die Abhängigkeit der Geburtsgewichte Lebendgeborener von zwei Faktoren, einerseits vom Alter und andererseits von der Parazahl der Mutter, untersucht werden.

In Tabelle 8 findet man die Durchschnittsgewichte der Neugeborenen, diesmal in Klassen von angefangenen halben kg ausgedrückt, in Kombination von Alter und Parazahl der Mutter. Nun sind aber Alter und Parazahl nicht unabhängig voneinander, sondern sogar eng korreliert, und daher kann die Wirkung des einen Faktors leicht eine solche des anderen vortäuschen.

Um nun in einem derartigen Falle die Einflüsse der beiden Faktoren voneinander zu sondern, kommt hier in erster Linie eine Methode der Standardisierung in Betracht. Da es a priori nicht bekannt ist, welcher von den beiden Faktoren der maßgebende ist, wird eine doppelte Standardisierung vorgenommen. Die Methodik entspricht also ganz der Anwendung auf ein verwandtes Problem, nämlich die Häufigkeit der Eklampsien nach Alter und Parazahl der Gebärenden, durch Remmer (49).

Es wird a) der Einfluß des Alters geprüft, wobei die Verschiedenheiten der Verteilung der Parazahlen in den einzelnen Altersklassen rechnerisch ausgeschaltet werden, und

b) der Einfluß der Parazahlen ermittelt, wobei die Verschiedenheiten der Verteilung der Altersklassen ebenfalls ausgeschaltet werden.

Bei der Standardisierung wird die Methode der Standardbevölkerung angewandt; es dient also als Standardaufbau:

1. die Verteilung der Parazahlen bei den Müttern aller Altersklassen,
2. die Verteilung der Altersklassen bei den Müttern aller Parazahlen.

Es werden nur die Gewichte ehelicher Lebendgeborener in ih-

T a b e l l e 8

$\bar{y}$ in Klassen (vergl. Text)

Alter	P a r a z a h l			zus.
	1	2	3 u.m.	
-20	7,05	6,90	(6,20)	7,02
20 -25	7,16	7,32	7,23	7,20
25 -30	7,16	7,41	7,21	7,26
30 -35	7,07	7,37	7,32	7,26
35 u.m.	6,92	7,31	7,33	7,25
zus.	7,12	7,34	7,27	7,22

T a b e l l e 9

Parazahl Für die Altersklassen standardisierter
Aufbau nach Parazahlen

	abs.	%o
1.	6331	504
2.	3677	293
3. und weitere	2557	203
zus.	12565	1000

T a b e l l e 10

Alter Für die Parazaahlen standardisierter
Aufbau nach Altersklassen

	abs.	%o
-20	1010	80
20-25	4698	374
25-30	3357	267
30-35	2257	180
35 und mehr	1243	99
zus.	12565	1000

rer Abhängigkeit von Alter und Parazahl der Mütter berücksichtigt. Die Zahlen der unehelichen Lebendgeborenen sind für viele der Kombinationen von Alter und Parazahl zu gering und deshalb unterbleibt eine entsprechende Berechnung für die unehelich Geborenen.

Zur Durchführung der Standardisierung wird einerseits in Tabelle 9 der Gesamtaufbau der Mütter nach Parazahlen angegeben, und dieser soll also als Standardaufbau für jede Altersklasse verwendet werden, um die Wirkung des Alters von der Korrelation mit den Parazahlen unabhängig zu machen. Ebenso wird in Tabelle 10 der Gesamtaufbau der Mütter nach Altersklassen angegeben, und dieser soll also als Standardaufbau für jede Parazahl verwendet werden, um deren Wirkung von der Korrelation mit dem Altersaufbau unabhängig zu machen. Diese Zahlen sind so umgerechnet, daß sie sich auf 1000 Geborene beziehen.

Mit Hilfe dieser beiden Standardbevölkerungen wurden nun die standardisierten Durchschnittsgewichte einerseits für die Altersklassen und andererseits für die Parazahlen der Mütter berechnet, wozu die in Tabelle 8 angegebenen Zahlen über die Durchschnittsgewichte für jede Kombination von Alter und Parazahl ausgewertet wurden. In den Tabellen 11 und 12 sind für die einzelnen Altersklassen und Parazahlen noch einmal die rohen Durchschnittsgewichte aus Tabelle 8 wiederholt und den standardisierten Zahlen hinzugefügt.

In Tabelle 8 mußte das Durchschnittsgewicht für die dritten und weiteren Kinder von Müttern unter 20 Jahren in Klammern gesetzt werden, weil es auf nur 10 Fällen beruht. Das gleiche ergibt sich daraufhin auch für den standardisierten Durchschnitt für die Mütter unter 20 Jahren. Von diesem Sonderfalle, der wegen der geringen Beobachtungszahl in keiner Weise signifikant ist, abgesehen, verändern sich durch die Standardisierung die Durchschnittswerte nur in geringem Maße.

T a b e l l e 11

$\bar{y}$ in Klassen

Alter	roh	stand.
-20	7,02	(6,83)
20-25	7,20	7,22
25-30	7,26	7,24
30-35	7,26	7,21
35 u.m.	7,25	7,12
zus.	7,22	7,22

T a b e l l e 12

$\bar{y}$ in Klassen

Parazahl	roh	stand.
1.	7,12	7,11
2.	7,34	7,32
3. u.m.	7,27	7,17
zus.	7,22	7,22

Bei der durch die Standardisierung erwirkten Trennung der beiden Faktoren ergibt sich, daß die zweitgeborenen Kinder durchschnittlich um 0,21 Klassen = 105 g schwerer als die erstgeborenen sind und um durchschnittlich 0,15 Klassen = 75 g schwerer als die dritt- und mehrgeborenen Kinder. Eine Abhängigkeit vom Alter der Mutter ist hingegen höchstens in sehr geringem Grade vorhanden.

Eine Sonderstellung nehmen die zweitgeborenen Kinder auch bei den Zahlen über die relative Häufigkeit der Totgeborenen ein. (Nach einer Berechnung aufgrund einer Statistik der Bundesrepublik Deutschl.) (59)

T a b e l l e 13

Geburtenfolge	Ehelich Geborene in der Bundesrepublik Deutschland		
	Lebendgeborene	Totgeborene	Totgeborene auf 1000. Geborene
1.	342278	5726	16,5
2.	248172	3169	12,6
3.	124636	1995	15,8
4.	58259	1112	18,7
5.	26965	638	23,1
6. und weitere	26279	724	26,8
zus. (einschl. unbekannter Geburtenfolge)	826614	13370	15,9

Aus Tabelle 13 ist ersichtlich, daß bei den zweitgeborenen Kindern der prozentuale Anteil der Totgeborenen am kleinsten ist. Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Erscheinungen, nämlich dem höchsten Durchschnittsgewicht und der niedrigsten Totgeburtenquote der Zweitgeborenen ist leicht verständlich, wenn man berücksichtigt, daß die Totgeborenenquote mit dem Geburtsgewicht ausgesprochen negativ korreliert ist. Hierbei machen nur die schwach besetzten höchsten Geburtsgewichtsklassen eine Ausnahme, in denen mit weiter zunehmendem Gewicht die Totgeburtenlichkeit wieder steigt. Die Tabelle 14, die der Veröffentlichung von Bollert (6) entnommen ist, läßt diese Verhältnisse für Berlin 1958/59 deutlich erkennen.

T a b e l l e 14

Geburtsgewicht	Geborene insgesamt	abs.	Darunter Totgeborene in vH d. der Geborenen
unter 1,0	154	24	15,7
1,0 bis 1,5	235	49	20,9
1,5 " 2,0	363	47	12,9
2,0 " 2,5	862	31	3,6
2,5 " 3,0	3055	38	1,2
3,0 " 3,5	7451	48	0,6
3,5 " 4,0	5812	31	0,5
4,0 " 4,5	1839	17	0,9
4,5 " 5,0	252	5	2,0
5,0 oder mehr	49	6	12,2
unbekannt	15	12	
zus.	20087	308	1,5

Daß die Totgeborenenquote bei einem Geburtsgewicht unter einem kg kleiner als in den folgenden Gewichtsklassen ist, beruht selbstverständlich darauf, daß bei einem solchen Geburtsgewicht zwar alle Lebendgeborenen gezählt werden, die Totgeborenen aber nur vereinzelt, nämlich soweit sie mindestens 35 cm lang sind, weil sie anderenfalls gemäß den amtlichen Regeln nicht als Totgeburt, sondern als Fehlgeburt bezeichnet und nicht in die Statistik aufgenommen werden. Bollert gibt im übrigen auch entsprechende Zahlen für Wien 1957 an. Diese verhalten sich ganz ähnlich wie die Berliner Zahlen in Tabelle 14.

Zusammenfassung

1. Bei der statistischen Auswertung von Geburtsgrößen und Gewichten lebendgeborener Kinder, die in 18 Entbindungsanstalten West-Berlins vom 1. Mai 1958 bis zum 30. April 1959 geboren wurden, kommt man zu dem Ergebnis, daß Knaben bei der Geburt durchschnittlich 0,63 cm größer und 129 g schwerer sind als Mädchen. Eheliche Kinder sind bei der Geburt durchschnittlich 0,83 cm größer und 163 g schwerer als uneheliche.
2. Die jeweilige Streuung um die Durchschnittswerte der Größen und Gewichte bei den Gruppen der Neugeborenen (männliche : weibliche, eheliche : uneheliche) unterscheidet sich nur wenig.
3. Die Variationskoeffizienten der Größen sind bei den Einlingen der Neugeborenenengruppen ebenfalls ähnlich. Der Variationskoeffizient beträgt für alle männlichen Neugeborenen 6,35 %, für alle weiblichen 6,10 %; für die Reifgeborenen allein berechnet ist er 4,27 % bzw. 4,00 %. Diese Werte wurden in gleicher Größenordnung auch von anderen Autoren errechnet und gelten ebenfalls für Erwachsene.
4. Die Variationskoeffizienten der Gewichte sind bei den Einlingen der Neugeborenenengruppen fast dreimal so groß wie die der Größen. Sie zeigen ebenfalls keine erheblichen Unterschiede. Der Variationskoeffizient beträgt für alle männlichen Neugeborenen 18,22 %, für alle weiblichen 17,60 %; für die Reifgeborenen allein berechnet ist er 12,26 % bzw. 13,80 %. Auch diese Zahlen entsprechen den Ergebnissen aus anderen Untersuchungen.
5. Die Variationskoeffizienten der Größen und Gewichte bei den Mehrlingen unter den Neugeborenenengruppen sind dagegen wesentlich größer, bei den Gewichten in noch ausgesprochenerem Maße als bei den Größen. Es wird die unterschiedliche intrauterine Lage und Ernährung der Foeten dafür verantwortlich gemacht.
6. Die Untersuchung der Korrelation zwischen Größe und Ge-

wicht von Neugeborenen zeigt, daß eine ausgesprochene Straffheit des Zusammenhanges besteht, und zwar ohne wesentlichen Unterschied in Bezug auf Geschlecht und Ehelichkeit. Der Korrelationskoeffizient bei allen Kindern ist $r = +0,871$.

7. Bei Berechnung des Regressionskoeffizienten im Bereich der Größen 36 cm bis 55 cm ergibt dieser, daß bei Zunahme der Durchschnittsgröße der Neugeborenen um ein Zentimeter das Durchschnittsgewicht bei allen Kindern um +166 g ansteigt. Berechnet man y als Exponentialfunktion von x , indem man y durch $\log y$ und x durch $\log x$ ersetzt, erhält man die Regressionsgleichung: $y = 0,000373x^{2,90}$. Der Exponent 2,90 entspricht der Vorstellung von der geometrischen Ähnlichkeit der Neugeborenen.
8. Es wird weiterhin geprüft, ob die Verteilungen der Größen und Gewichte der Neugeborenen Normalverteilungen entsprechen. Die Anwendung der χ^2 -Methode zeigt, daß es weder bei allen Lebendgeborenen noch bei nur den Reifgeborenen zu Normalverteilungen kommt. Grund hierfür ist die Tatsache, daß es sich bei den Neugeborenen infolge der Unterschiede ihres physiologischen Alters nicht um eine homogene Gesamtheit handelt.
9. Auch bei der Untersuchung der Schiefe der Häufigkeitskurven, die sich aus den Größen und Gewichten aller männlichen und weiblichen Lebendgeborenen ergibt, zeigt sich, daß die Verteilungen stark asymmetrisch sind.
10. Die Berechnung der Abhängigkeit der Körpergröße eines Neugeborenen von der seiner Mutter zeigt einen nur schwachen Zusammenhang beider Faktoren. Bei Zunahme der Größe der Mutter um 1 cm nimmt die Größe der Neugeborenen durchschnittlich um rund 0,1 cm zu.
11. Auch der Zusammenhang zwischen Neugeborenengewicht und Körpergröße der Mutter ist gering. Bei Zunahme der Größe der Mutter um ein Zentimeter nimmt das Durchschnittsgewicht der Neugeborenen um 16,7 g zu.
12. Die Abhängigkeit der Geburtsgewichte Lebendgeborener von

dem Alter der Mütter und der Parazahl wurde nach der Methode der Standardbevölkerung berechnet. Es resultieren folgende Ergebnisse: Die Abhängigkeit vom Alter der Mutter ist gering. Hingegen sind die zweitgeborenen Kinder am schwersten, nämlich durchschnittlich um 105 g schwerer als die erstgeborenen und durchschnittlich um 75 g schwerer als die dritt- und mehrgeborenen Kinder.

Es wird auf die Parallelität mit dem Minimum der Totgeborenenquote bei den Zweitgeborenen hingewiesen.

Literatur

- 1) Abels, H. Geburtsgewicht u. Ernährung d. Mutter.
Med. Klinik 1925, Jhrg. 21, S. 9234
- 2) Ahlfeld, F. Mitteilungen aus d. gyn. Klinik u. Poliklinik
in Leipzig: Die Geburten älterer Erstgeschwän-
gerter. Arch. f. Gyn. 4, S. 510, 1878
- 3) Bakwin, H. und Bakwin, R.M. External dimensions of
newborn. Am.J.Dis. Child.48, S. 1234
- 4) Beeking, P. Beiträge zur Statistik u. Ätiologie von
Riesenkindern. Med. Diss. Leipzig, 1935
- 5) Berliner Statistik, Statistische Berichte, Stat.Landesamt
Berlin, 16.5.1960
- 6) Bollert/Heise, Untersuchungen bei Neugeborenen in Berlin
(West) 1958/59 unter spezieller Berücksichti-
gung ihres Gewichtes und ihrer Körpergröße.
Monatsschrift Berliner Statistik Stat. Lan-
desamt Berlin, Jahrg. 14, Heft 3
- 7) Bondi, J. Das Gewicht d. Neugeb. aus d. Kriegs- u.Nach-
kriegszeit.
Wiener klin.Wochenschr. Jhrg.37, Nr.42,
S. 1093-1096
- 8) v. Bortkiewicz, L. Anwendungen d. Wahrscheinlichkeits-
rechnung auf Statistik. Enzyklopädie d.math.
Wissenschaften mit Einschluß ihrer Anwendungen.
Leipzig, 1898 - 1904
- 9) Idem Die Iterationen. Berlin, 1917
- 10) Czuber, E. Wahrscheinlichkeitsrechnung u. ihre Anwendung
auf Fehlerausgleichung, Statistik u. Lebens-
versicherung.
Leipzig 1910
- 11) Idem Die stat. Forschungsmethoden.
Wien 1921
- 12) Daiser, K.W. Bemerkungen zu H.Hosemann: "Schwangerschafts-
dauer u. Neugeborenen-gewicht, Neugeborenen-
größe."
Arch.f.Gyn. München 1949, Bd.176, S.582-590
- 13) Degenhardt, K.H., v. Harnack, G.A., Weyers, H. Drillings-
studien.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1961
- 14) Dollinger, H. über d. Verhältnis v. Körpergew. u. Körper-
länge b. Neugeb.
Zeitschr.f.Kinderheilk. 1936, 58, S. 303

- 15) Freudenberg, K. Über d. Häufigkeitskurven menschl. Maße.
Arch.f.Soz. Hygiene u. Demographie 1926,
Heft 5, Bd.1, S.393-418
- 16) Idem Zur Kritik extremer Schwangerschaftsdauern.
Arch.f.Gyn. Bd. 177, S.736-750 (1950)
- 17) Idem Anthropometr. Untersuchungen in Hessen u.
ihre Auswertung.
Zentralbl. menschl. Vererb. u. Konstitu-
tionslehre, Bd. 1, S.463-494 (1953)
- 18) Idem Grundriß d. med. Statistik.
Stuttgart, 1962, Fr.-Karl Schattauer-Verlag
- 19) Gauß, K.F. Theoria motus corporum coelestium in
sectionibus conicis solem ambientium.
Hamburg 1809
- 20) Geller, Chr. Präinatale Ernährungs- u.Belichtungsein-
flüsse.
Monatsschr.f.Geburtshilfe u.Gynäk. 93, S.358
- 21) Gerschensohn, H.O. Zur Frage d. Einflusses einiger Fak-
toren auf d. Gewicht d. Neugeb.
Zentralbl.f.Kinderheilk. Bd.51, S.20-30
- 22) Giordano, A. Zur Kenntniss d. Körpermaße u. d. Organge-
wichte bei Feten u. Neugeb.
Virchows Arch. 1937, 301, 380
- 23) Goldberg, P. Über d. Größe d. Neugeb. 1930-1940.
Med.Diss.Jena, 1941
- 24) Günther, O. Das Gewicht d. Neugeb. in d. Kriegs- u.
Nachkriegszeit.
Med.Diss.München, 1927
- 25) Haupt, S. Zur Frage d. jahreszeitl. Schwankungen d.
Geburtsgewichte.
Med.Diss.Leipzig, 1942
- 26) Hintze, J. Weisen Geburtsgewichte u. Größen d. ausgetr.
Neugeb. jahreszeitl. Schwankungen auf?
Med.Diss. Berlin, 1941
- 27) Hosemann, H. Die Grundlagen d. stat. Methoden f. Medi-
ziner u. Biologen.
Stuttgart, Thieme-Verlag, 1949
- 28) Idem Schwangerschaftsdauer u. Neugeborenenngewicht.
Arch.f.Gyn. München 1949, Bd. 176, S.109-123
- 29) Idem Schwangerschaftsdauer u. Neugeborenenngroße.
Arch.f.Gyn. München, 1949, Bd. 176, S.124-134
- 30) Johannsen, W. Elemente d. exakten Erblchkeitslehre.
Jena, 1926

- 31) Kainer, H. Sind Geburtsgewicht u. Geburtslänge d. Kinder nach d. Kriege größer geworden?
Med.Diss.Erlangen 1935
- 32) Kaup, J. Ein Körperproportionsgesetz.
Münch.med.Wochenschr. 1921, 976
- 33) Idem Untersuchungen über d. Norm.
Münch.med.Wochenschr. Jahrg. 69 S.189-192
(1922)
- 34) Kemper, R. Stat. Arbeit über Gewicht u. Größe d. Neugeb.
sowie d. Gewichts d. Placenta.
Med.Diss.Frankfurt, 1940
- 35) Knöss, Susanne Mit welcher Sicherheit läßt sich aus der
Größe d. Kindes d. Tragzeit bestimmen?
Med.Diss. Frankfurt, 1940
- 36) Koch, Marianne Gewicht u. Länge d. Neugeb. unter Berücksichtigung d. soz. Lage.
Deutsch. Gesundheitswesen, 1955, 10, S.1660
- 1665
- 37) Koller, S. Handbuch d. Erbbiologie d. Menschen. Bd. 2
- 38) Kontsek, B. Körpermaße u. Proportionen Neugeb.
Anthrop. Anz. 1940, 17, S.103-154
- 39) Kopfer, H. Welchen Einfluß hat d. Größe d. Mutter auf
d. Neugeb.?
Med.Diss. Marburg, 1948
- 40) Korompai, I. Untersuchungen über Gewichtsverhältnisse
d. Neugeb. auf Grund 40 jähr. Materials.
Zbl.f.Geburtsh. Bd.124, H.1, S.36
- 41) Kugler, Erika Körperproportionen u. Kopfform b. Neugeborenen.
Phil.Diss. Zürich, 1932
- 42) Lexis, W. Zur Theorie d. Massenerscheinungen in d.
menschl. Gesellschaft.
Freiburg, 1877
- 43) Martin, R. u. Saller, K. Lehrbuch d. Anthropologie,
1957, 3.Aufl.
- 44) Mayer, A. Bemerkungen zur Zunahme d. Geburtslängen b.
Neugeborenen.
Zbl.f.Gyn. 1937, 61, S.2734
- 45) Otto, W. Jahreszeitl. Schwankungen d. Körpermaße bei
100 000 neugeb. Berliner u. Leipziger Kindern.
Zeitschr.f.menschl.Vererbungs-u.Konstitutions-
lehre, 1957, 34, S.250-260

- 46) v. Pfaundler, M. Körpermaß-Studien an Kindern.
Ztschr.f.Kindhdk. 1916, 14, S.1
- 47) Quetelet, A. Sur l'homme et le développement de ses
facultés.
Bruxelles 1836. Deutsche Ausgabe G.Fischer,
Jena, 1914-21
- 48) Ramthun, Ilse Untersuchungen über d. Veränderungen d.
Geburtsgewichte- u. Längen in d. letzten
Jahrzehnten.
Med.Diss. Jena, 1939
- 49) Remmer, Ingeborg Stat. Untersuchungen über d. Eklampsie.
Med.Diss. Berlin, 1959
- 50) Saller, K. Grundlagen d. Anthropologie.
Stuttgart, 1949, Schwab.
- 51) Idem Die Bedeutung d. Anthropologie für d. Medizin.
Münchn.med.Wochenschr. 1956, 98, S.357-359
- 52) Schelling, H. Fehlerrechnung bei biolog. Messungen.
Naturwissensch. Bd. 28, Nr.27, S.430
- 53) Schroeder, A. Über d. Norm in d. Medizin u. ihre Ermitt-
lung mit Hilfe d. Wahrscheinlichkeitsrechnung.
Zbl.f.menschl. Vererbungs- u.Konstitutionsleh-
re, 1940, Bd.24, H.5, S.665
- 54) Seitz, A. Über einige Körperproportionen beim Neugebo-
renen.
Zbl.f.Gyn. Jahrg.49, S.1842-1847
- 55) Siedentopf, Über Veränderungen d. Größe u. d. Gewichts
von Neugeborenen.
Zbl.f.Gyn. 1935, 59, S. 2256
- 56) Simon, W. Gewicht Neugeborener, soz. Stellung u.
Ordnungsnr. d. Geburt.
Arch.f.soz.Hygiene u. Demogr. Bd. 1
- 57) Solth, K. Die intrauterine Kindsentwicklung bei verlän-
gerter Tragzeit.
Geburtshilfe und Frauenheilkunde, 1947, 7,S.3
- 58) Solth, K. u. Abt., K. Veränderung d. Geburtsgewichts in
d. letzten 50 Jahren. Schweizer med. Wochen-
schr. 1951, 81, S.58-61
- 59) Statistik der Bundesrepublik Deutschland, Band 252 (Na-
türliche Bevölkerungsbewegung 1958) Tabelle
D.3.a) (S.74)
- 60) Tybussek, G. Werden d. Neugeb. länger u. schwerer?
Med.Diss. Kiel, 1939

- 61) Umland, K. Beitrag zur Frage d. Einflusses d. mütterlichen Ernährung auf Gewicht, Größe u. Tragzeit d. Neugeborenen.
Zbl.f.Gyn. 1948, 70, S.465
- 62) Wahl, F.A. Die Größe d. Neugeborenen.
Med.Welt, 1938, 12, S. 1553
- 63) Wehefritz, E. u. Gierhake, E. Biometrische Untersuchungen an reifen Neugeborenen.
Arch.Gynäk. 1937, 163, S. 11
- 64) Wichmann, D. Die Methode zur Prüfung stat. Zahlen.
Homo 1-3, 1949/52
- 65) Wolf, M. Ist d. Größe d. Neugeb. von Einflüssen d. Umwelt abhängig?
Med.Diss. Würzburg, 1940
- 66) Wolters, H. Wie werden Länge u. Gewicht d. Neugeborenen beeinflusst?
Med.Diss. Münster, 1929
- 67) Zangemeister, W. "Reif" und "ausgetragen".
Münch.med.Wochenschr. 1929, 1123

Herrn Professor Dr. Dr. Freudenberg
erlaube ich mir, an dieser Stelle
meinen Dank für die Überlassung des
Themas und die Anregungen für diese
Arbeit auszusprechen.

L e b e n s l a u f

Ich wurde am 29.3.1916 in Dresden als drittes Kind des damaligen Oberregierungsrates a.D. Dr.iur. Adolf Franzke und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Haupt, geboren.

Von Ostern 1922 bis Ostern 1926 besuchte ich die Grundschule in Kiel und anschließend das dortige Oberlyceum bis 1929. Ostern 1935 bestand ich das Abiturium an der dem Oberlyceum angeschlossenen Reformrealgymnasialen Studienanstalt.

1936 heiratete ich den Diplomlandwirt Dr. Rolf Ackermann. 1937 wurde eine Tochter, 1939 ein Sohn geboren. 1941 fiel mein Mann in Rußland. Im Herbst desselben Jahres begann ich an der Friedrich-Wilhelm-Universität Berlin das Medizinstudium und bestand im Sommer 1943 das Physikum. Nach drei Semestern in Freiburg und einem Semester in Hamburg beendete ich mein Studium in Berlin an der Humboldt-Universität am 12. Oktober 1948. Meine Pflichtassistentenzeit leistete ich am Krankenhaus Prenzlauer Berg und am Krankenhaus Friedrichshain ab. Ab 1950 war ich als Betriebsärztin und Praxisvertretung tätig. 1954 habe ich mich als praktische Ärztin niedergelassen.

1955 heiratete ich den Facharzt für Chirurgie Dr. med. Fritz Mildt.

